

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1046 U.S. PTO
09/867688
05/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 6月13日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-176777

出 願 人
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2001年 4月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3032639

【書類名】 特許願

【整理番号】 TKL00026

【提出日】 平成12年 6月13日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 番地 東京エレクト
 ロン九州株式会社 熊本事業所内

 【氏名】 西屋 憲

【発明者】

 【住所又は居所】 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 番地 東京エレクト
 ロン九州株式会社 熊本事業所内

 【氏名】 坂本 和生

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096389

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金本 哲男

 【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

 【識別番号】 100095957

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 亀谷 美明

 【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

 【識別番号】 100101557

 【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040235

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602173

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 現像処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 現像液供給手段が基板に対して相対的に移動しながら、基板表面に現像液を供給して、基板を現像処理する方法であって、

基板表面に現像液が供給される第 1 の工程と、

基板が第 1 の所定時間現像される第 2 の工程とを有し、

前記第 2 の工程は、前記第 1 の工程終了後第 2 の所定時間経過後に、前記基板表面の現像液を攪拌させる工程を有することを特徴とする、現像処理方法。

【請求項 2】 前記現像液の攪拌工程は、前記基板を回転させることによって行われることを特徴とする、請求項 1 に記載の現像処理方法。

【請求項 3】 前記基板の回転は、前記現像液攪拌工程後の現像液の厚みが、所定の厚み以上になるように行われることを特徴とする、請求項 2 に記載の現像処理方法。

【請求項 4】 前記現像液の攪拌工程後の現像液の厚みを測定する工程と、前記測定結果に基づいて、前記基板を回転させる時間を変更する工程とを有することを特徴とする、請求項 2 に記載の現像処理方法。

【請求項 5】 前記現像液の攪拌工程後の現像液の厚みを測定する工程と、前記測定結果に基づいて、前記基板の回転速度を変更する工程とを有することを特徴とする、請求項 2 に記載の現像処理方法。

【請求項 6】 前記現像液の攪拌工程後の現像液の厚みを測定する工程と、前記測定結果に基づいて、前記基板の回転の加速度を変更する工程とを有することを特徴とする、請求項 2 に記載の現像処理方法。

【請求項 7】 前記第 1 の工程は、前記現像液供給手段が、前記基板の一端から他端まで移動しながら、前記基板に対して現像液を供給することによって行われることを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 のいずれかに記載の現像処理方法。

【請求項 8】 前記第 1 の工程は、前記現像液供給手段が停止し、基板が回転している状態で、当該基板に対して現像液を供給することによって行われるこ

とを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 のいずれかに記載の現像処理方法。

【請求項 9】 前記第 1 の工程は、基板が回転している状態で、前記現像液供給手段がこの基板上を停止又は移動しているときに、当該基板に対して現像液を供給することによって行われることを特徴とする、請求項 1, 2, 3, 4, 5 又は 6 のいずれかに記載の現像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板の現像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば半導体デバイスの製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程では、ウェハ表面にレジスト液を塗布し、レジスト膜を形成するレジスト塗布処理、ウェハにパターンを露光する露光処理、露光後のウェハに対して現像を行う現像処理等が順次行われ、ウェハに所定の回路パターンを形成する。

【0003】

上述の現像処理では、ウェハの直径よりも長くかつ、その長手方向に沿って複数の供給口を有する現像液供給ノズルが、ウェハ上に現像液を吐出しながらウェハの一端から他端まで移動して、ウェハ表面全面に現像液を供給する。そして、ウェハ上に現像液の液膜が形成されると、その状態で所定時間静止してウェハの現像を行う。このとき、ウェハ上では、露光によって現像液に可溶になった露光部のレジスト膜と現像液とが化学反応し、その露光部が溶けることによって、ウェハの現像が進行されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述したように現像液供給ノズルを所定方向に移動させて現像液を供給した場合には、現像液供給ノズルの移動方向と逆方向、すなわちウェハの前記他端から一端方向に向かって、その供給された現像液が流れる、いわゆる現像

液の流れ現象が起こることが発明者等の実験によって明らかになった。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、この現象の下、未露光部上にあつて、未だ化学反応に使用されていない高濃度の現像液が隣の露光部に流れ込んだ場合には、その露光部の化学反応の速度が増大され、その部分の現像速度が他の部分に比べて増大される。これによって、その部分の線幅が他の部分に比べて細くなる。一方、露光部にあつて、化学反応に使用されていた低濃度の現像液が隣の露光部に流れ込んだ場合には、その露光部の反応速度が低下し、その部分の現像速度が低下するため、その部分の線幅が他の部分に比べて太くなる。すなわち、前記現象によってウェハ面内における現像速度が不均一になり、それによってウェハ上に最終的に形成される回路パターンの線幅にばらつきが生じる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、前記現像液の流れ現象によって引き起こされるウェハ等の基板面内の現像速度の斑を解消し、最終的に均一な線幅が形成される現像処理方法を提供することをその目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明によれば、現像液供給手段が基板に対して相対的に移動しながら、基板表面に現像液を供給して、基板を現像処理する方法であつて、基板表面に現像液が供給される第 1 の工程と、基板が第 1 の所定時間現像される第 2 の工程とを有し、前記第 2 の工程は、前記第 1 の工程終了後第 2 の所定時間経過後に、前記基板表面の現像液を攪拌させる工程を有することを特徴とする現像処理方法が提供される。

【 0 0 0 8 】

上述したような現像液の流れ現象が生じたとしても、この請求項 1 のように基板が現像されている第 2 の工程中に、基板表面上の現像液を攪拌させることによって、露光部、未露光部ともに均一な濃度の現像液に覆われるため、現像速度が基板面内において均一になる。したがって、基板上に最終的に形成される回路パターンの線幅のばらつきが抑制される。なお、前記攪拌工程を第 1 の工程終了後

第2の所定時間経過後としたのは、現像開始直後は、現像液の化学反応があまり進んでおらず、現像液の濃度が基板面内において変わらないため、その時点で攪拌することは、効果的でなくむしろ現像の妨げになるためである。第2の所定時間は、基板上に現像液が供給されてから露光部における現像像の化学反応が80%程度進行するまでの時間であることが好ましく、例えば第1の所定時間が60sec程度の場合には、発明者のモデル実験の結果から7sec~10sec程度が好ましい。

【0009】

かかる請求項1の発明において、請求項2のように前記現像液の攪拌工程が、前記基板を回転させることによって行われるようにしてもよい。このように、基板を回転させることによって、基板上の現像液が遠心力により移動し、それと同時に現像液が攪拌される。こうすることによって、基板上の現像液の濃度が均一になり、現像速度が均一になるため、基板上に所定の線幅の回路パターンが形成される。なお、前記基板の回転は、好ましい所定時間、所定の回転速度、所定の回転加速度で行われることが重要であるが、特に、回転速度について言えば、発明者のモデル実験の結果から250rpm~1000rpmが好ましく、回転時間は、2秒程度が好ましい。

【0010】

請求項3の発明は、上述した請求項2の現像処理方法であって、前記基板の回転は、前記現像液の攪拌工程後の現像液の厚みが、所定の厚み以上になるように行われることを特徴とする現像処理方法が提供される。このように、前記攪拌工程後の現像液の厚みを所定の厚み以上になるようにすることにより、前記攪拌工程である基板の回転によって、基板上の現像液が過度に振り切られて、現像液の液厚が薄くなりすぎ、その後の現像処理において現像液が乾燥して現像が行われないなどの弊害が防止できる。なお、現像液の厚みは、基板の回転時間、回転速度、回転加速度を制御することにより調節され、発明者の実験結果によれば、8 μ m以上であることが好ましい。

【0011】

かかる請求項2の発明において、請求項4のように前記現像液の攪拌工程後の

現像液の厚みを測定する工程と、前記測定結果に基づいて、前記基板を回転させる時間を変更する工程とを有するようにしてもよい。このように、前記攪拌工程後の現像液の厚みを測定し、その測定結果に基づいて前記回転時間を変更することにより、次に処理される基板上の前記現像液の厚みを所定の厚みに調節することができる。したがって、何らかの原因で前記現像液の厚みが変動した場合においても、直ちに前記回転時間を修正し、請求項 2 で記載したような現像液の乾燥等を防止して、多量の不良品が生成されることを防止できる。なお、前記攪拌工程後とは、攪拌工程終了直後から前記第 2 の工程が終了するまでを意味する。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 4 の基板の回転時間の代わりに、請求項 5 のように前記現像液の攪拌工程後の現像液の厚みの測定結果に基づいて、前記基板の回転速度を変更するようにしてもよいし、請求項 6 のように前記基板の回転の加速度を変更するようにしてもよい。この場合においても、請求項 4 と同様に、現像液の厚みが修正され、好適な厚みを維持して、現像処理を好適に行うことができる。

【 0 0 1 3 】

上述した請求項 1 ～ 6 の発明において、請求項 7 のように前記第 1 の工程は、前記現像液供給手段が、前記基板の一端から他端まで移動しながら、前記基板に対して現像液を供給することによって行われるようにしてもよい。このように、現像液供給手段が基板の一端から他端まで移動することによって、基板上に現像液の液膜を形成する場合には、供給される現像液が基板に対して一定方向の速度を持ったため、上述した現像液の流れ現象の影響が顕著に現れる。したがって、上述したように、基板の現像工程中に前記攪拌工程を行うことによって、現像処理が基板面内において均一に行われる。なお、この場合の現像液供給手段は、例えば基板の直径よりも長く形成され、その長手方向に沿って複数の供給口を有し、その長手方向に対して略垂直方向に移動自在なものが提案される。

【 0 0 1 4 】

また、前記第 1 の工程は、請求項 8 のように前記現像液供給手段が停止し、基板が回転している状態で、当該基板に対して現像液を供給することによって行われるようにしてもよいし、請求項 9 のように基板が回転している状態で、前記現

像液供給手段がこの基板上を停止又は移動しているときに、当該基板に対して現像液を供給することによって行われるようにしてもよい。このように、現像液供給手段が停止した状態で基板だけを回転させて現像液を供給する場合や、現像液供給手段を停止又は移動させながら回転している基板に現像液を供給する場合においても、前記攪拌工程を行うことにより、上述したいわゆる現像液の流れ現象によって引き起こされる現像液の濃度の斑が解消され、現像が基板面内において均一な速度で行われる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。本実施の形態にかかる現像処理方法は現像処理装置で実施される。図 1 は、前記現像処理装置を有する塗布現像処理システム 1 の平面図であり、図 2 は、塗布現像処理システム 1 の正面図であり、図 3 は、塗布現像処理システム 1 の背面図である。

【 0 0 1 6 】

塗布現像処理システム 1 は、図 1 に示すように、例えば 2 5 枚のウェハ W をカセット単位で外部から塗布現像処理システム 1 に対して搬入出したり、カセット C に対してウェハ W を搬入出したりするカセットステーション 2 と、塗布現像処理工程の中で枚葉式に所定の処理を施す各種処理装置を多段配置してなる処理ステーション 3 と、この処理ステーション 3 に隣接して設けられている図示しない露光装置との間でウェハ W の受け渡しをするインターフェイス部 4 とを一体に接続した構成を有している。

【 0 0 1 7 】

カセットステーション 2 では、載置部となるカセット載置台 5 上の所定の位置に、複数のカセット C を X 方向（図 1 中の上下方向）に一行に載置自在となっている。そして、このカセット配列方向（X 方向）とカセット C に収容されたウェハ W のウェハ配列方向（Z 方向；鉛直方向）に対して移送可能なウェハ搬送体 7 が搬送路 8 に沿って移動自在に設けられており、各カセット C に対して選択的にアクセスできるようになっている。

【 0 0 1 8 】

ウェハ搬送体 7 は、ウェハ W の位置合わせを行うアライメント機能を備えている。このウェハ搬送体 7 は後述するように処理ステーション 3 側の第 3 の処理装置群 G3 に属するエクステンション装置 3 2 に対してもアクセスできるように構成されている。

【 0 0 1 9 】

処理ステーション 3 では、その中心部に主搬送装置 1 3 が設けられており、この主搬送装置 1 3 の周辺には各種処理装置が多段に配置されて処理装置群を構成している。該塗布現像処理システム 1 においては、4 つの処理装置群 G1, G2, G3, G4 が配置されており、第 1 及び第 2 の処理装置群 G1, G2 は現像処理システム 1 の正面側に配置され、第 3 の処理装置群 G3 は、カセットステーション 2 に隣接して配置され、第 4 の処理装置群 G4 は、インターフェイス部 4 に隣接して配置されている。さらにオプションとして破線で示した第 5 の処理装置群 G5 を背面側に別途配置可能となっている。前記主搬送装置 1 3 は、これらの処理装置群 G 1, G 3, G 4, G 5 に配置されている後述する各種処理装置に対して、ウェハ W を搬入出可能である。なお、処理装置群の数や配置は、ウェハ W に施される処理の種類によって異なり、処理装置群の数は、1 以上であれば 4 つで無くてもよい。

【 0 0 2 0 】

第 1 の処理装置群 G1 では、例えば図 2 に示すように、ウェハ W にレジスト液を塗布するレジスト塗布装置 1 7 と、本実施の形態にかかる現像処理方法が行われる現像処理装置 1 8 とが下から順に 2 段に配置されている。処理装置群 G2 の場合も同様に、レジスト塗布装置 1 9 と、現像処理装置 2 0 とが下から順に 2 段に積み重ねられている。

【 0 0 2 1 】

第 3 の処理装置群 G3 では、例えば図 3 に示すように、ウェハ W を冷却処理するクーリング装置 3 0, レジスト液とウェハ W との定着性を高めるためのアドヒージョン装置 3 1, ウェハ W を待機させるエクステンション装置 3 2, レジスト液中の溶剤を乾燥させるプリベーキング装置 3 3, 3 4 及び現像処理後の加熱処理を施すポストベーキング装置 3 5, 3 6 等が下から順に例えば 7 段に重ねられている。

【 0 0 2 2 】

第4の処理装置群G4では、例えばクーリング装置40、載置したウェハWを自然冷却させるエクステンション・クーリング装置41、エクステンション装置42、クーリング装置43、露光処理後の加熱処理を行うポストエクスポージャーベーキング装置44、45、ポストベーキング装置46、47等が下から順に例えば8段に積み重ねられている。

【 0 0 2 3 】

インターフェイス部4の中央部にはウェハ搬送体50が設けられている。このウェハ搬送体50はX方向（図1中の上下方向）、Z方向（垂直方向）の移動と θ 方向（Z軸を中心とする回転方向）の回転が自在にできるように構成されており、第4の処理装置群G4に属するエクステンション・クーリング装置41、エクステンション装置42、周辺露光装置51及び図示しない露光装置に対してアクセスして、各々に対してウェハWを搬送できるように構成されている。

【 0 0 2 4 】

次に、上述した現像処理装置18の構成について詳しく説明する。図4、5に示すように現像処理装置18のケーシング18a内には、ウェハWを吸着し、保持する吸着保持手段であるスピンチャック60が設けられている。スピンチャック60の下方には、このスピンチャック60を回転させる、例えばモータ等を備えた回転駆動機構61が設けられている。この回転駆動機構61は、回転制御装置62によって、その稼働が回転自在に制御されており、ウェハWを所定の回転時間、回転速度、回転加速度で回転させ、又は停止させることができるように構成されている。また、スピンチャック60の回転駆動機構61には、スピンチャック60を上下に移動自在とする機能が備えられており、ウェハWの搬入出時にスピンチャック60を上下に移動させて、主搬送装置13との間でウェハWの受け渡しができるようになっている。

【 0 0 2 5 】

スピンチャック60の外周外方には、このスピンチャック60の外周を取り囲むようにして、上面が開口した環状のカップ65が設けられており、前記スピンチャック60上に吸着保持され、回転されたウェハWから飛散した現像液等を受

け止め、周辺の装置が汚染されないようになっている。カップ 6 5 の底部には、前記ウェハ W 等から飛散した現像液等を排液するドレイン管 6 3 と、カップ 6 5 内を排気する排気管 6 4 とが設けられている。また、カップ 6 5 には、スピンチャック 6 0 上に保持されたウェハ W の裏面に対して洗浄液を供給し、ウェハ W の裏面を洗浄する裏面洗浄ノズル 6 7 が設けられている。なお、カップ 6 5 には、図示しない駆動機構が設けられており、カップ 6 5 全体が上下に移動して、後述する現像液供給ノズル 7 0 の移動の妨げにならないよう下方に退避できるようになっている。

【 0 0 2 6 】

このカップ 6 5 の外方には、カップ 6 5 を取り囲むようにして、上面が開口した方形状のアウトカップ 6 6 が設けられており、前記カップ 6 5 では受け止めきれないウェハ W 及び後述する現像液供給ノズル 7 0 からの現像液等がそこで受け止められるようになっている。なお、アウトカップ 6 6 には、アウトカップ 6 6 を上下に移動自在とする図示しない駆動機構が設けられており、例えばウェハ W が洗浄される際に上昇し、飛散された洗浄液等をより完全に回収できるようになっている。

【 0 0 2 7 】

ケーシング 1 8 a 内には、図 5 に示すようにウェハ W に現像液を供給するため現像液供給手段としての現像液供給ノズル 7 0 と、ウェハ W 上面に洗浄液を供給するための洗浄ノズル 7 1 とがアウトカップ 6 6 を挟んで両側に配置されている。

【 0 0 2 8 】

現像液供給ノズル 7 0 は、図 5 に示すように、アーム 7 5 により吊り下げられるようにして保持されている。このアーム 7 5 は、ケーシング 1 8 a 内において一方向（図 5 中の矢印 M 方向）に伸びるレール 7 6 上を移動自在に構成されており、その移動速度や移動タイミングは、移動制御装置 7 7 により制御されている。かかる構成により、現像液供給ノズル 7 0 がウェハ W 上を前記 M 方向に沿って平行に移動することが可能である。なお、前記アーム 7 5 は、モータ等を有する構造になっており、アーム 7 5 が上下方向に移動し、現像液供給時に現像液供給

ノズル 7 0 の吐出口先端とウェハ W との距離を最適に調節できるように構成されている。

【 0 0 2 9 】

一方、洗浄液である、例えば純水を吐出する洗浄ノズル 7 1 は、リンスアーム 8 0 に支持されており、このリンスアーム 8 0 は、レール 7 6 上を図示しない駆動機構により移動自在に構成されている。従って、洗浄ノズル 7 1 は現像液供給ノズル 7 0 と同様に前記 M 方向に移動自在である。なお、リンスアーム 8 0 がウェハ W の中心上方に位置したときに、洗浄ノズル 7 1 は、例えばウェハ W の中心に洗浄液を供給できるように設置されている。こうすることにより、回転されているウェハ W 上に供給された洗浄液が、ウェハ W 全面に拡散され、ウェハ W 全面において斑なく洗浄されるようになっている。なお、洗浄ノズル 7 1 をウェハ W の中心部から周縁部に移動させつつ、ウェハ W 上に洗浄液を供給するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

現像液供給ノズル 7 0 は、図 5、図 6 に示すように細長の形状をしており、その長さ L は、少なくともウェハ W の直径よりも大きくなっている。現像液供給ノズル 7 0 上部には、図示しない現像液供給源からの現像液を現像液供給ノズル 7 0 内に流入させる配管 8 5 の一端が接続されている。現像液供給ノズル 7 0 の下部には、複数の現像液供給口 8 6 が、前記長手方向に一行に設けられている。また、現像液供給ノズル 7 0 の内部には、図 7 に示すように前記各現像液供給口 8 6 と連通された長手方向に長い液溜部 8 7 が形成されており、配管 8 5 から現像液供給ノズル 7 0 内に流入された現像液を一旦貯留し、その液溜部 8 7 から現像液を各現像液供給口 8 6 から同時に同流量、同圧力で吐出できるように構成されている。

【 0 0 3 1 】

また、図 4、図 5 に示すように、アウトカップ 6 6 の外方に位置する現像液供給ノズル 7 0 の待機位置 T には、現像液供給ノズル 7 0 を洗浄する洗浄槽 8 8 が設けられている。この洗浄槽 8 8 は、細長の現像液供給ノズル 7 0 を受容するように断面が凹状に形成されており、この洗浄槽 8 8 内には、現像液供給ノズル 7

0に付着した現像液を洗浄するための所定の溶剤が貯留されている。

【 0 0 3 2 】

なお、ケーシング18aには、ウェハWを搬送装置13によって搬入出するための搬送口90とこの搬送口90を開閉自在とするシャッタ91が設けられており、ウェハWを搬入出するとき以外は、シャッタ91を閉じてケーシング18a内からの処理液の飛散等を防止すると共に所定の雰囲気が保たれている。

【 0 0 3 3 】

次に、以上のように構成されている現像処理装置18で実施される現像処理方法について、塗布現像処理システム1で行われるフォトリソグラフィ工程のプロセスと共に説明する。

【 0 0 3 4 】

先ず、ウェハ搬送体7がカセットCから未処理のウェハWを1枚取りだし、第3の処理装置群G3に属するアドヒージョン装置31に搬入する。このアドヒージョン装置31において、レジスト液との密着性を向上させるHMDSなどの密着強化剤を塗布されたウェハWは、主搬送装置13によって、クーリング装置30搬送され、所定の温度に冷却される。そして、所定温度に冷却されたウェハWは、レジスト塗布装置17又は19に搬送され、ウェハW上にレジスト液が塗布され、レジスト膜が形成される。その後、ウェハWはプリベーキング装置34又は35に搬送されて、加熱処理が施され、その後、エクステンション・クーリング装置41に搬送される。

【 0 0 3 5 】

次いで、ウェハWはエクステンション・クーリング装置41からウェハ搬送体50によって取り出され、その後、周辺露光装置51を経て露光装置（図示せず）に搬送される。露光処理の終了したウェハWは、ウェハ搬送体50によりエクステンション装置42に搬送された後、主搬送装置13に保持される。次いで、このウェハWはポストエクスポージャベーキング装置44又は45、クーリング装置43に順次搬送され、これらの処置装置にて所定の処理が施された後、現像処理装置18又は20に搬送される。

【 0 0 3 6 】

上述した現像処理のプロセスについて詳しく説明すると、先ず前処理が終了したウェハWが、主搬送装置13によって現像処理装置18内に搬入され、スピンドル60上に吸着保持される。そして、待機位置Tにある洗浄槽88内で待機していた現像液供給ノズル70が、カップ65内でありウェハWの一端部の外方であるスタート位置S（図5に示す）に移動する。

【0037】

そして、そのスタート位置Sにおいて、現像液供給ノズル70から現像液の吐出が開始され、その吐出状態が安定するまで試し出しされる。

【0038】

以下、第1の工程としての現像液供給工程と、第2の工程としてのウェハWの現像工程とを図8に基づいて説明すると、先ず、現像液供給ノズル70が現像液を吐出しながら、速度60～150 mm/sでウェハWの一端部外方のスタート位置Sから他端部外方のエンド位置Eまで移動しつつ現像液の供給工程が行われる。このとき、図9に示すようにウェハW表面全面に現像液が供給され、所定の厚み、例えば約1 mmの現像液の液膜が形成される。なお、ウェハWの直径が200 mm程度の場合、上記現像液供給ノズル70による現像液の供給にかかる時間は、1～3 secとなる。このとき、現像液供給ノズル70の移動方向と逆方向（M方向負方向）、すなわちエンド位置Eからスタート位置S向う方向に流れるいわゆる現像液の流体移動である流れ現象が発生する。

【0039】

そして、上述したように現像液供給ノズル70によって現像液がウェハW上に供給されると同時にウェハWの現像が開始され、第2の所定時間としての所定時間、例えば8 sec間、ウェハWを静止させた状態で現像する。

【0040】

上記8 sec間の静止現像が終了（現像液のウェハWへの供給工程開始から9～11 sec間）すると、次にウェハW上の現像液の現像液供給時間差で発生する濃度差をなくすための攪拌工程としてのウェハWの回転が開始される。このときウェハWは、図示しない装置コントローラの現像処理プログラムに設定された所定の回転時間、例えば2.0 sec、所定の回転速度、例えば1000 rpm

、所定の加速度、例えば 1000 rpm/s で、回転制御装置 62 によって制御されて回転される。これらのパラメータの値は、露光時の露光パターンにより変わる現像液が十分に攪拌され、かつ回転後のウェハ W の表面上に残る現像液の液膜の厚みが所定の厚み以上になるような値に決定される。

【0041】

そして、回転が開始されると、図 10 に示すようにウェハ W 上の現像液が振り切られると共に、ウェハ W 上の現像液が攪拌され、ウェハ W 面内における現像液の濃度の均一化が図られる。そして、回転の開始から 2.0 sec 経過後にウェハ W の回転が停止され、ウェハ W 上には、図 11 に示すように液膜の厚みが所定の厚み、例えば $5 \sim 100 \mu\text{m}$ の薄膜が形成される。なお、この薄膜の厚みは、露光パターンの粗密度で変更される。

【0042】

その後、再びウェハ W を静止した状態で 48 sec 間ウェハ W の現像が行われ、その静止現像が終了すると、ウェハ W の現像工程が終了する。従って、この実施の形態では、現像液の供給工程とその直後の静止現像工程とを合わせて 10 sec 、その後の回転工程が 2 sec 、そして再度静止現像工程が 48 sec 行われ、これらを合わせると 60 sec 間の現像工程が行われたことになる。

【0043】

その後、洗浄ノズル 71 がウェハ W の中心部上方まで移動され、ウェハ W の所定速度の回転が開始されるとともに、洗浄ノズル 71 と裏面洗浄ノズル 67 からウェハ W に洗浄液が供給され、ウェハ W が洗浄される。なお、このときカップ 65 が上昇され、ウェハ W から飛散した洗浄液等がそのカップ 65 によって受け止められる。

【0044】

洗浄液の供給が停止されると、ウェハ W が更に高速で回転され、ウェハ W が乾燥される。そして、ウェハ W のこの乾燥工程が終了すると、ウェハ W の現像処理が終了し、ウェハ W は主搬送装置 13 によって現像処理装置 18 から搬出される。

【0045】

以上の実施の形態では、ウェハWの現像工程中にウェハWを回転させ、現像液を攪拌させたため、上述したいわゆる現像液の流れ現象によって生じる現像液の濃度の斑が解消され、ウェハW面内における現像速度の均一化が図られる。したがって、ウェハWの回転後の現像が斑なく行われ、ウェハW面内の回路パターンの線幅のばらつきが抑制される。実際に、発明者等による実験では、従来方式にて線幅のばらつきが $3\sigma = 18\text{ nm}$ （250 nm Lineパターンにて）であったものが本方式では $3\sigma = 12\text{ nm}$ となり、線幅のばらつきが改善されることが認められている。

【0046】

また、回転後にウェハW上に残存する現像液の液膜の厚みが所定の厚み、すなわち $5 \sim 100\text{ }\mu\text{ m}$ になるようにしたので、回転後の残りの現像処理中に、現像液が乾燥して現像が好適に行われなことが防止される。

【0047】

以上の実施の形態では、ウェハW表面全面に現像液を供給する工程を、現像液供給ノズル70がウェハWの一端から他端まで移動しながら、現像液を供給するいわゆるノズルスキャンによって行っていたが、現像液供給ノズル70を停止させた状態で、回転されたウェハWに対して現像液を供給することによって行うようにしてもよい。この場合、例えば図12に示すように、現像液供給ノズル70をウェハW中心部上方まで移動させ、その後所定の回転速度、例えば 30 rpm で回転されたウェハW上に現像液を吐出して、ウェハW表面全面に現像液を供給する。そして、その後は、前記実施の形態と同様に例えば 9 sec の静止現像が行われ、 2.0 sec 間のウェハWの回転（攪拌）工程が行われ、その後、再び 48 sec の静止現像が行われて、ウェハWの現像処理が終了する。かかるプロセスを実施することにより、前記実施の形態同様にウェハW面内における現像速度が均一化され、ウェハW上にばらつきのない線幅が形成される。

【0048】

また、ウェハWが回転している状態で、現像液供給ノズル70がこのウェハW上で停止又は移動しているときに、ウェハWに対して現像液を供給して、ウェハW表面全面に現像液を供給するようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

この場合、例えばウェハWが高速回転、例えば1000rpmで回転され、そのウェハW上を現像液供給ノズル70が現像液を吐出しながらウェハWの一端部外方の位置S（図5中に示す）からウェハW中心上方まで移動する。このとき、ウェハW上には現像液の薄い膜が形成される。そして、現像液供給ノズル70がウェハW中心部上方で停止し、現像液を吐出した状態でウェハWの回転が例えば100rpmに減速される。そして、この状態で所定時間現像液がウェハW上に供給され、所定の厚み、例えば1mmの現像液の液膜が形成される。その後現像液の吐出が停止され、現像液の供給工程が終了すると、上述した実施の形態と同様に、例えば5secの静止現像が行われ、その後2.0secのウェハWの回転（攪拌）工程が行われ、最後に再び48secの静止現像が行われて、ウェハWの現像処理が終了する。かかるプロセスを実施することにより、上述した実施の形態同様にウェハW面内における現像速度が均一化され、ウェハW上にばらつきのない線幅が形成される。

【 0 0 5 0 】

また、上述した実施の形態における各現像処理方法において、前記現像液の攪拌工程後に現像液の液膜の厚みを測定し、その測定結果に基づいて前記攪拌工程時のウェハWの回転時間を変更するようにしてもよい。この場合、例えば図13に示すように、現像処理装置18内のスピynchャック60上方に、現像液の液膜の厚みを測定できる装置、例えばレーザ変位計95を設ける。このレーザ変位計95で測定された測定値が、スピynchャック60の回転を制御する回転制御装置62に送信されるようにする。また、回転制御装置62には、その送信された測定結果に基づいて、回転時間の設定を適切なものに変更する機能、例えば現像液の膜厚の許容値を記憶し、測定された膜厚とその許容値を比較して、その測定値が前記許容値を下回った場合にのみ回転時間の設定を修正する機能を設ける。

【 0 0 5 1 】

そして、ウェハWの回転が終了した後に、現像液の液膜の厚みが測定され、その測定値に基づいて、回転時間の設定が変更される。例えば現像液の膜厚の厚みが5 μ m以下の場合には、回転時間が例えば2.0secから1.5secに変

更され、回転時間を減らすことによって、現像液の液膜の厚みが所定の厚み以上になるように修正される。このように、回転後の現像液の液膜の厚みを測定し、その測定結果に基づいて回転時間の設定を変更することによって、次に処理されるウェハWの回転後の液膜の厚みが適切なものとなり、例えば薄すぎて現像液が乾燥し、その後の現像が好適に行われなない等の弊害が防止される。また、膜厚が厚すぎる場合においても膜厚が薄くなるような回転時間の変更をしてもよい。

【 0 0 5 2 】

なお、前記現像液の液膜の厚みの測定結果に基づいて、前記回転時間を変更するようにしていたが、ウェハWの回転速度若しくは回転加速度を変更するようにしてもよい。また、回転時間、回転速度、回転加速度全てを変更するようにしてもよいし、そのうちのいずれか2つのパラメータを変更するようにしてもよい。

【 0 0 5 3 】

なお、以上で説明した実施の形態は、半導体ウェハデバイス製造プロセスのフォトリソグラフィ工程におけるウェハWの現像処理方法についてであったが、本発明は半導体ウェハ以外の基板例えばLCD基板の現像処理方法においても応用できる。

【 0 0 5 4 】

【発明の効果】

請求項1～9によれば、基板表面の現像液を攪拌させることによって、基板面内において基板上の現像液の濃度が均一になり、基板面内における現像速度が同一になるため、その後の現像が均一に行われる。したがって、基板上に形成される回路パターンの線幅が所定の幅に形成され、歩留まりの向上が図られる。

【 0 0 5 5 】

特に、請求項2～6によれば、基板を回転させることによって現像液を攪拌させるため、既存の装置の機能を用いて、容易に攪拌工程を含む現像処理方法を実施することができる。

【 0 0 5 6 】

また、請求項3によれば、攪拌工程後の現像液の厚みを所定の厚み以上にするため、現像液の乾燥等が防止され、その後の現像が好適に行われるため、歩留ま

りの向上が図られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態にかかる現像処理方法で使用される現像処理装置を有する塗布現像処理システムの外観を示す平面図である。

【図 2】

図 1 の塗布現像処理システムの正面図である。

【図 3】

図 1 の塗布現像処理システムの背面図である。

【図 4】

本実施の形態で用いられる現像処理装置の縦断面の説明図である。

【図 5】

本実施の形態で用いられる現像処理装置の横断面の説明図である。

【図 6】

図 4 の現像処理装置で用いられる現像液供給ノズルの斜視図である。

【図 7】

図 6 の現像液供給ノズルの縦断面図である。

【図 8】

現像液の供給開始から現像終了までの時間配分を示す説明図である。

【図 9】

ウェハ上に現像液が供給され、現像液の液膜が形成された状態を示す説明図である。

【図 1 0】

ウェハが回転され、ウェハ上の現像液が振り切られている状態を示す説明図である。

【図 1 1】

ウェハの回転が終了し、ウェハ上に薄い膜が形成されている状態を示す説明図である。

【図 1 2】

現像液の供給工程における他の供給態様を示す斜視図である。

【図 1 3】

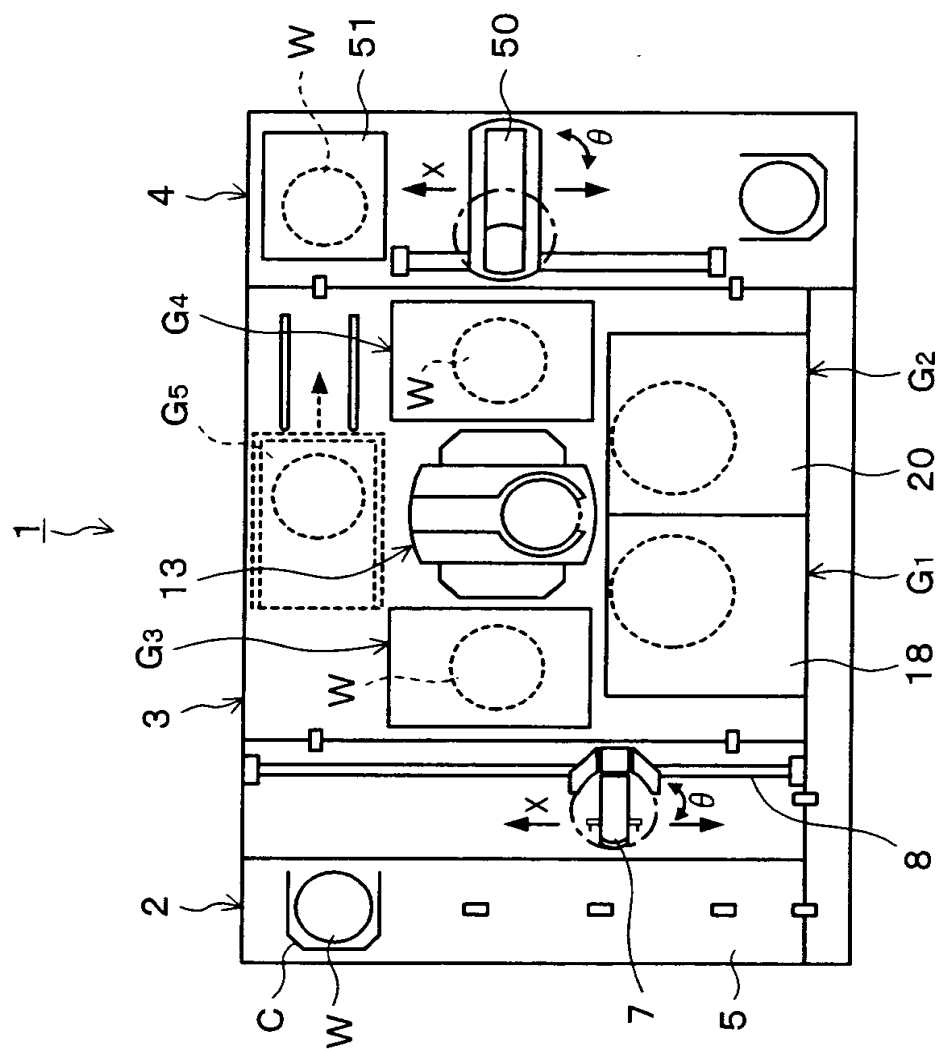
現像液の膜厚を測定するレーザ変位計を設けた場合の現像処理装置の縦断面の説明図である。

【符号の説明】

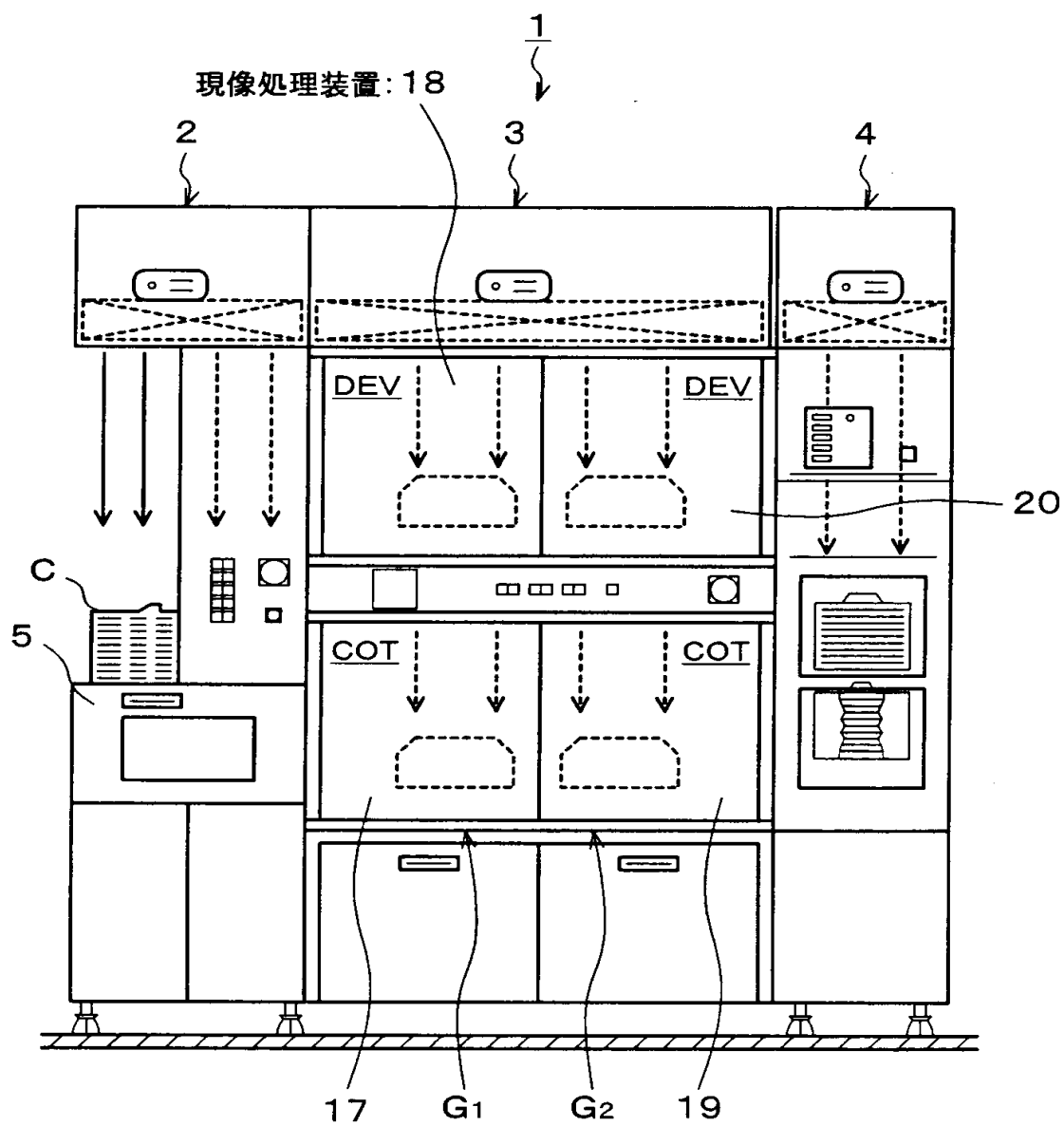
- | | |
|-----|------------|
| 1 | 塗布現像処理システム |
| 1 8 | 現像処理装置 |
| 6 0 | スピンチャック |
| 7 0 | 現像液供給ノズル |
| 8 6 | 現像液供給口 |
| S | スタート位置 |
| E | エンド位置 |
| W | ウェハ |

【書類名】 図面

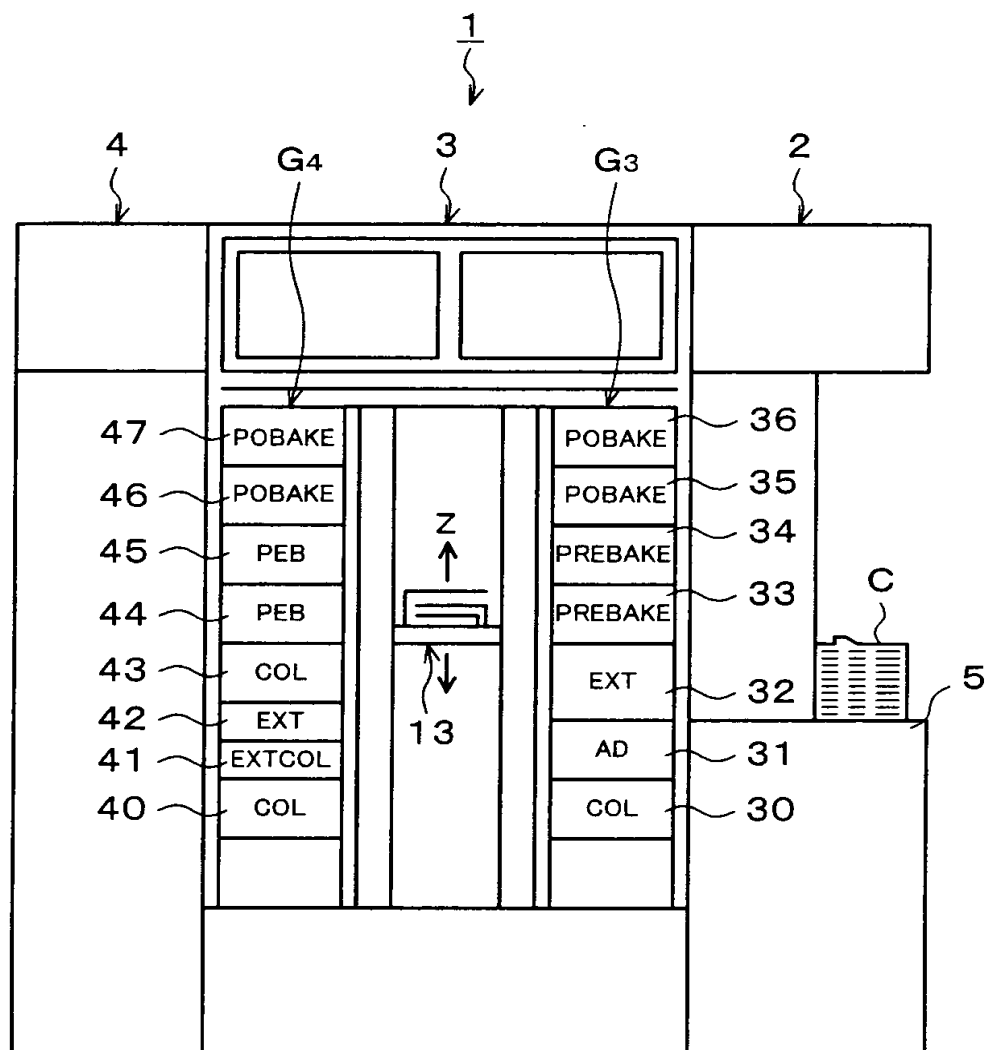
【図 1】



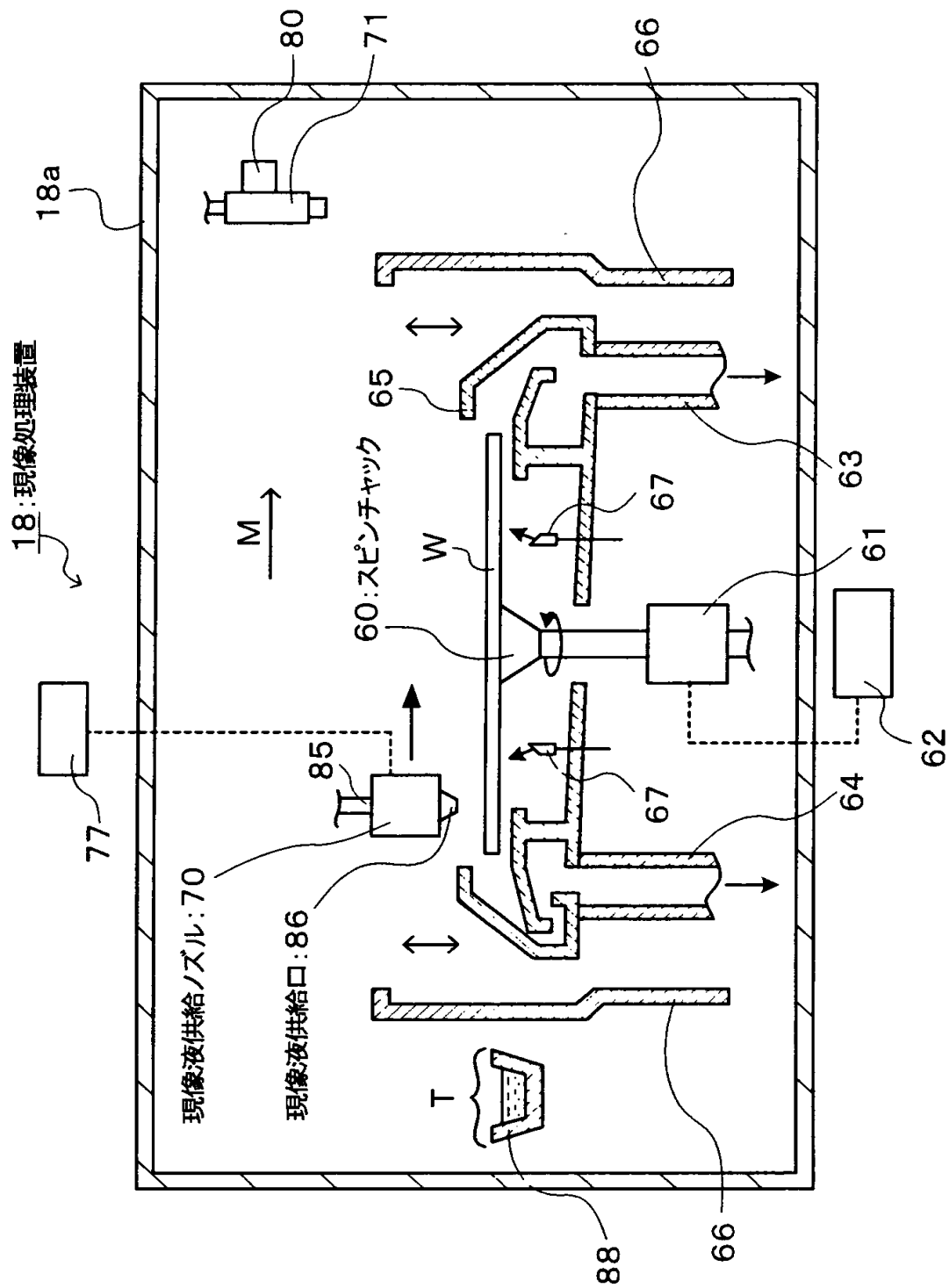
【図2】



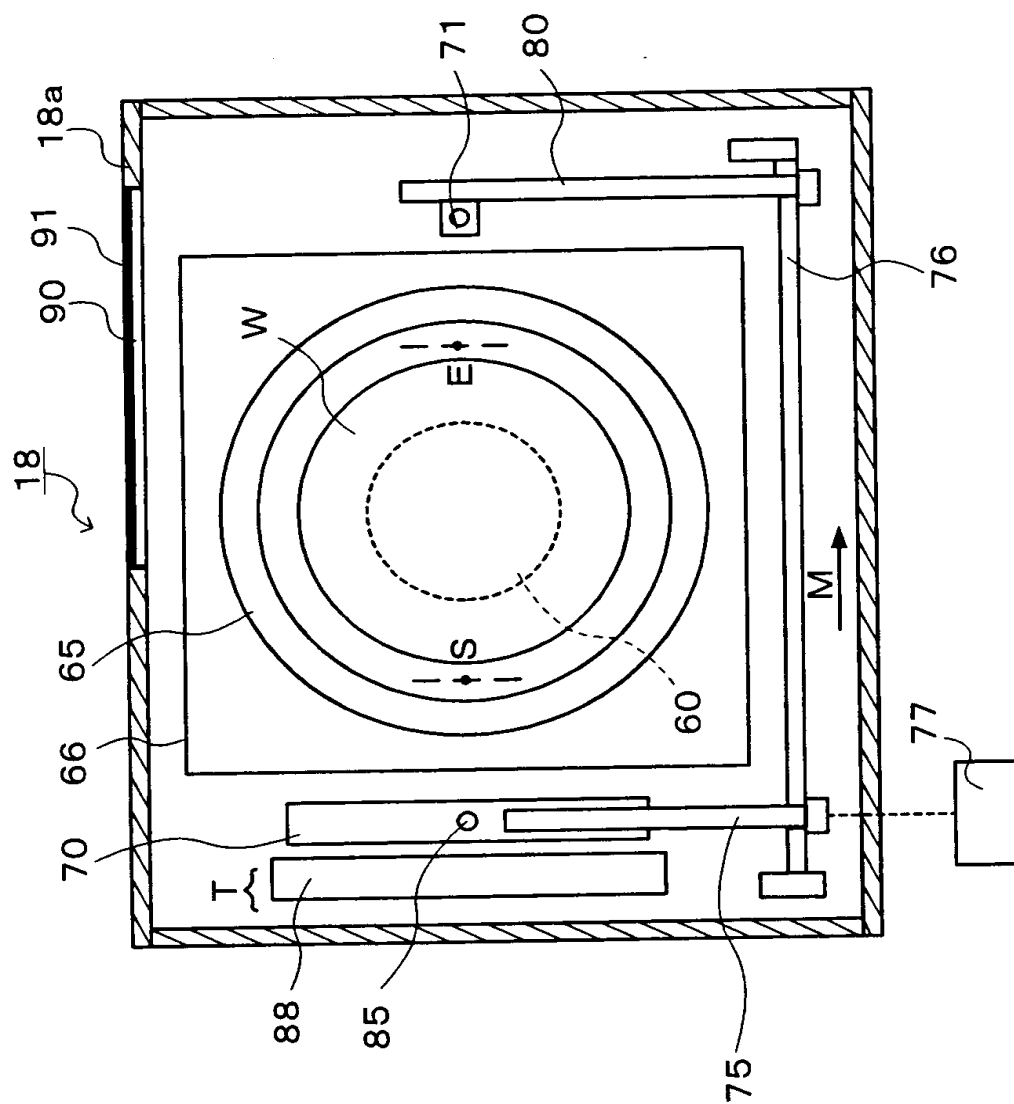
【図3】



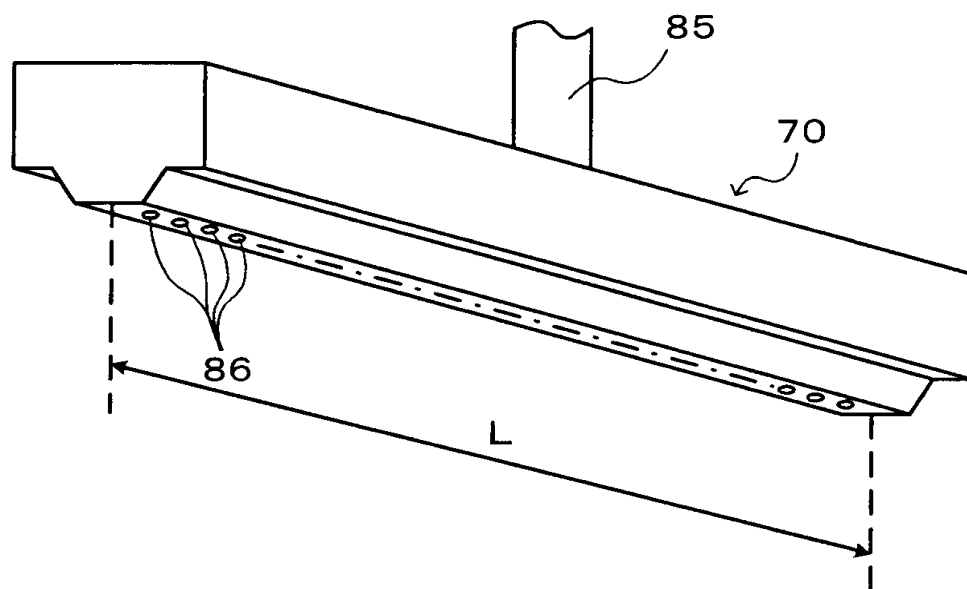
【図 4】



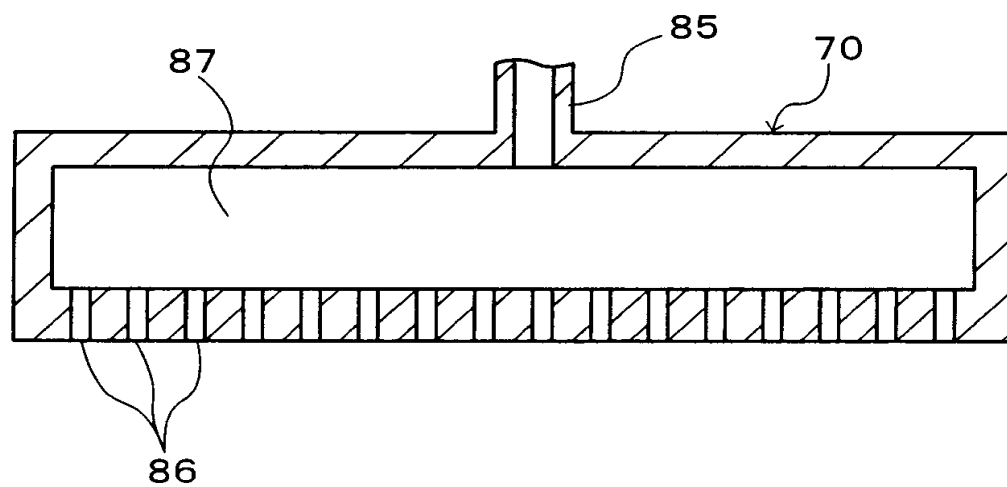
【図 5】



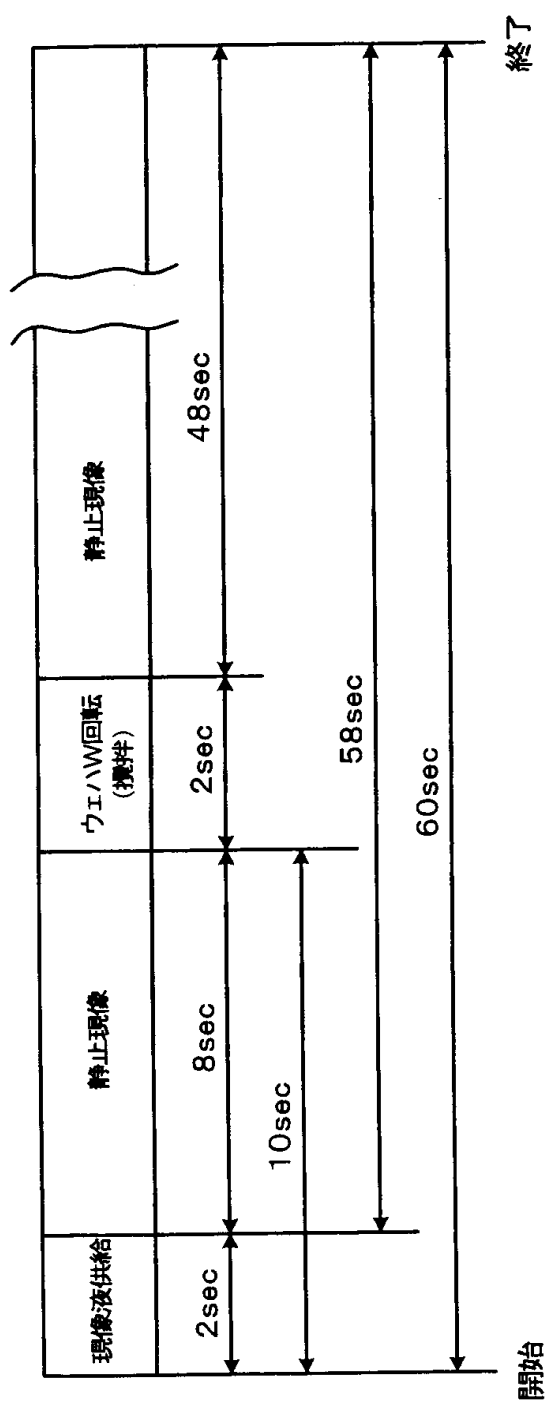
【図 6】



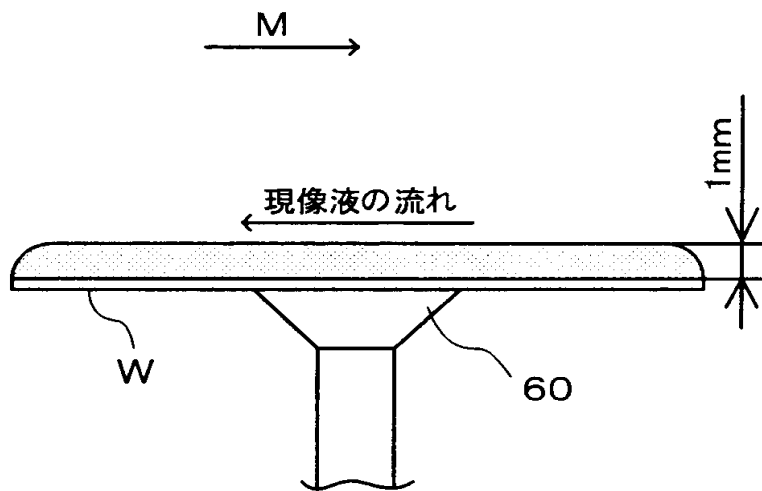
【図 7】



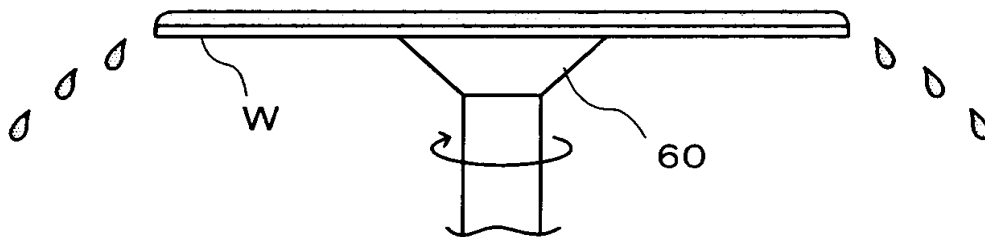
【図8】



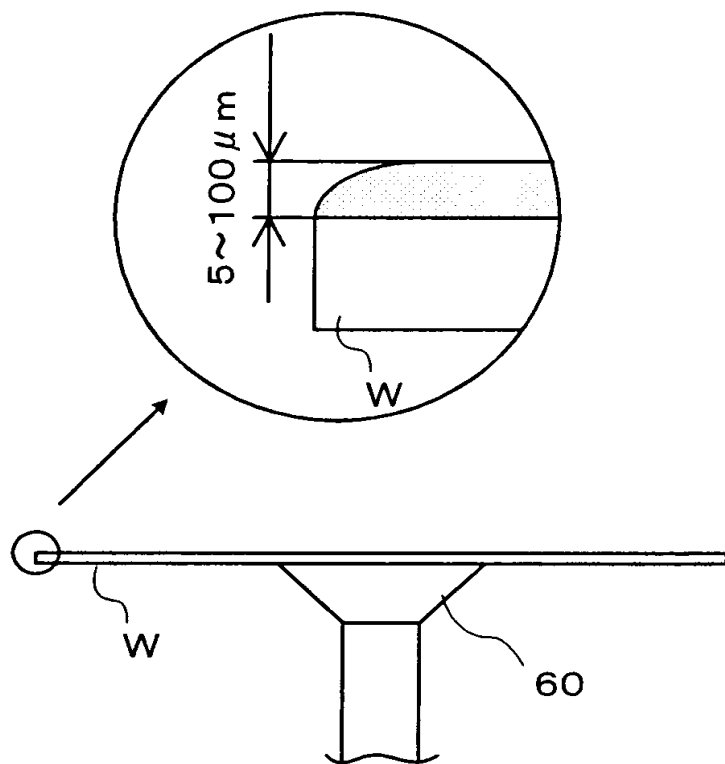
【図9】



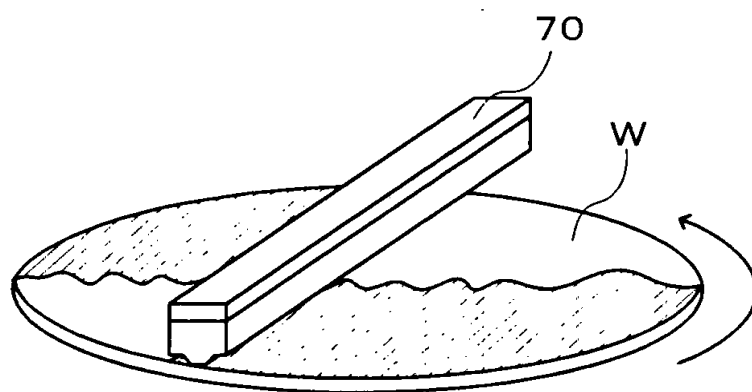
【図10】



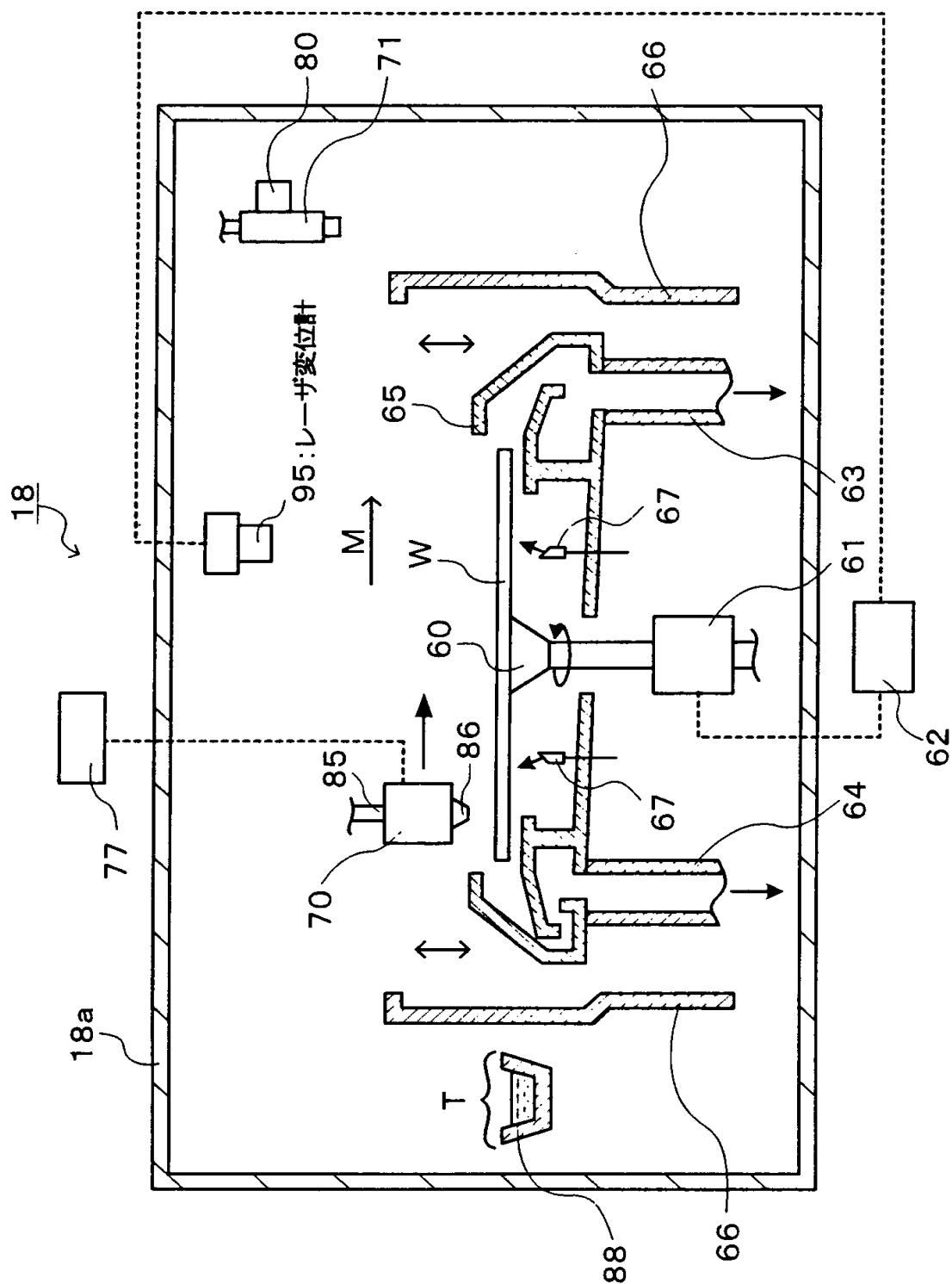
【図 11】



【図 12】



【图 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウェハ面内の現像速度の不均一を改善し、最終的に均一な線幅が形成される現像処理方法を提供する。

【解決手段】 ウェハWの直径よりも長く形成され、その長手方向に沿って複数の現像液供給口86を有する現像液供給ノズル70が、ウェハW上に現像液を吐出しながらウェハWの一端から他端まで移動し、ウェハW表面全面に現像液が供給され、ウェハW上に現像液の液膜が形成される。次いで、ウェハWを静止した状態で所定時間、例えば8秒間の静止現像が行われる。次にスピンチャック60によってウェハWが2.0秒間回転され、ウェハW上の現像液が攪拌されて、ウェハW面内における現像液の濃度が均一になる。その後、再び48秒間の静止現像が行われ、その静止現像が終了すると現像処理が終了する。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社